

# Consumo y digestibilidad aparente de raciones basadas en follaje de leguminosas tropicales arbóreas, paja de arroz amonificada y subproductos de maíz suministradas a cabras en confinamiento

G. Nouel Borges<sup>1</sup>, M. Prado Ortega, F. Villasmil, J. Rincón González, M. Espejo Díaz, R. Sánchez Blanco, E. Yépez y E. Suárez

Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Decanato de Agronomía, Unidad de Investigación en Producción Animal, Tarabana, Estado Lara, Venezuela

## Intake and apparent digestibility of rations based on foliage of tropical leguminous trees, ammoniated rices straw, and corn byproducts for goats in confinement

**ABSTRACT.** The consumption and apparent digestibility of rations containing foliage of four arboreal legume species, *Acacia macrantha* (Am), *A. tamarindifolia* (At), *A. glomerosa* (Ag) and *Leucaena leucocephala* (Ll), in mixture with ammoniated rice straw (ARS) and corn byproducts meal (CBM), were evaluated using eight growing female Creole goats of mean body weights 20.5 kg, housed in metabolic stalls. The experimental design was an 8 x 8 latin square with a 4 x 2 factorial arrangement of the factors: 1) legume species and 2) level of foliage inclusion: 18.75 and 37.5% in the ration dry matter (DM). The experiment was divided into eight periods of 14 days each (7 for adaptation and 7 for measurement of consumption and total feces collection). The eight treatments (rations) included 25% (CBM) in all cases, and 56.25% ARS in combination with 18.75% foliage of Am, At, Ag, and Ll in T1, T3, T5 and T7; or 37.5% ARS in combination with 37.5% of the four respective legumes in T2, T4, T6, and T8. Rations containing AM (T1 + T2) and AG (T3 + T6) showed a tendency toward higher DM intake than T3 + T4 and T7 + T8 (1050 and 980 vs. 836 and 882 g/day, respectively,  $P < 0.1011$ ). Digestibility results followed the same pattern for DM (82 and 83 vs. 77 and 80%,  $P < 0.008$ ) organic matter, fiber insoluble in neutral detergent (80 and 83 vs. 75 and 77%,  $P < 0.013$ ), fiber insoluble in acid detergent and hemicellulose (HC). Rations with the lower level of legume combined, tended to give higher DM intake (987 vs. 889 g/day) and surpassed ( $P < 0.05$ ) those with higher legume level in digestibility of all the chemical fractions mentioned except HC.

Key words: *Acacia glomerosa*, *A. macracantha*, *A. tamarindifolia*, intake, digestibility, *Leucaena leucocephala*, ammoniated

© 2006 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006. Vol. 14 (4): 139-142

rice straw.

**RESUMEN.** Se evaluó el consumo y digestibilidad aparente de raciones que incluyeron follaje de cuatro especies de leguminosas arbóreas, *Acacia macrantha* (Am), *A. tamarindifolia* (At), *A. glomerosa* (Ag) y *Leucaena leucocephala* (Ll), en mezcla con paja de arroz amonificada (PAA) y harina de subproductos de maíz (HSM), usando ocho cabras criollas en crecimiento, de peso promedio 20.5 kg, alojadas en jaulas metabólicas. El diseño experimental fue en cuadrado latino 8 x 8 con un arreglo factorial 4 x 2 de los factores: 1) especie leguminosa y 2) nivel de inclusión del follaje: 18.75 y 37.5% en la materia seca (MS) de la ración. El experimento se dividió en ocho períodos de 14 días cada uno (7 para adaptación y 7 para medición de consumo y colección total de heces fecales). Los ocho tratamientos (raciones) incluyeron 25% de HSM en todo caso y 56.25% de PAA en combinación con 18.75% de follaje de Am, At, Ag y Ll en T1, T3, T5 y T7; ó 37.5% de PAA en combinación con 37% de las cuatro respectivas leguminosas en T2, T4, T6 y T8. Las raciones con Am (T1 + T2) y Ag (T5 y T6) presentaron una tendencia a mayor consumo de MS que T3 + T4, y T7 + T8 (1050 y 980 vs. 836 y 882 g/día, respectivamente,  $P < 0.1011$ ). El mismo patrón fue evidente en digestibilidad de MS (82 y 83 vs. 77 y 80%  $P < 0.008$ ), materia orgánica, fibra insoluble en detergente neutro (80 y 83 vs. 75 y 77%,  $P < 0.013$ ) fibra insoluble en detergente ácido y hemicelulosa (HC). Las raciones con menor nivel de leguminosa en conjunto tendieron a dar mayor consumo de MS (987 vs. 889 g/día) y superaron ( $P < 0.05$ ) a las de mayor nivel de leguminosa en digestibilidad de todas las fracciones químicas citadas menos HC.

Palabras clave: *Acacia glomerosa*, *A. macracantha*, *A. tamarindifolia*, consumo, digestibilidad, *Leucaena leucocephala*, paja de arroz amonificada.

Recibido Noviembre 27, 2006. Aceptado Mayo 24, 2006.

<sup>1</sup>Autor para la correspondencia, e-mail: gustavonouel@ucla.edu.ve

## Introducción

La producción caprina en el Occidente de Venezuela ocurre principalmente en zonas áridas y semiáridas donde se manejan animales a pastoreo sobre vegetación nativa y sin uso de divisiones y/o presiones de pastoreo controladas. Esto ha favorecido procesos de deterioro de o pérdidas de las especies de mayor valor forrajero por sobre pastoreo y serios problemas ambientales asociados a la falta de cobertura del suelo y también a la sobre explotación de maderas para producción de carbón y otros fines artesanales (Rincón *et al.*, 2004). El conocimiento de las especies consumidas localmente y la evaluación de su uso potencial en sistemas de alimentación con subproductos agroindustriales en animales confinados, puede contribuir a mejorar la situación antes planteada. El presente trabajo tuvo como finalidad determinar el consumo y digestibilidad de la materia seca (MS), materia orgánica (MO) y componentes de la pared celular en raciones basadas en dos niveles de inclusión de hojas deshidratadas de leguminosas nativas del semiárido, subproductos de maíz y paja de arroz amonificada para cabras en crecimiento manejadas en confinamiento total.

## Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la Unidad de Investigación en Producción Animal del Decanato de Agronomía de la UCLA, Tarabana, Estado Lara, Venezuela; a una altura de 510 msnm, un temperatura media anual de 24°C y una precipitación de 870.3 mm; en un diseño en cuadrado latino 8 x 8 con un arreglo factorial 4 x 2, para evaluar la inclusión de *Acacia macracantha* (Am), *Acacia tamarindifolia* (At), *Acacia glomerosa* (Ag) y *Leucaena leucocephala* (Ll), y dos niveles de inclusión de hoja de estas leguminosas en la ración (18.75% y 37.5%). Los ocho tratamientos fueron distribuidos al azar y alternativamente entre ocho cabras criollas de un peso promedio de 20.5 kg (peso metabólico,  $PM^{0.75} = 9.53$  kg). El experimento duró 112 días repartidos en ocho periodos de 14 días cada uno, de los cuales sólo 7 días fueron para acostumbrar a las cabras a los tratamientos ya que ésta habían consumido raciones similares a las empleadas durante un período de 8 semanas previas al experimento. Los 7 días restantes servían para hacer mediciones de consumo (muy similar a lo descrito por Ellis *et al.*, 1994) y realizar la colección total diaria de heces a fin de determinar las digestibilidades como lo describen Coleman *et al.* (2003). Se rotaron los animales para que recibieran los 8 tratamientos. Las raciones estuvieron compuestas por:  $T_1 = 18.75\%$  Am + 56.25% paja de arroz amonificada (PAA) + 25% harina de subproductos de maíz (nepe o afrecho de maíz, HSM);  $T_2 = 37.5\%$  Am + 37.5% PAA + 25% HSM;  $T_3 = 18.75\%$  At + 56.25% PAA + 25% HSM;  $T_4 = 37.5\%$  At + 37.5% PAA + 25% HSM;  $T_5 = 18.75\%$  Ag + 56.25% PAA + 25% HSM;  $T_6 = 37.5\%$  Ag + 37.5% PAA + 25% HSM;  $T_7 = 18.75\%$  Ll + 56.25% PAA + 25% HSM; y  $T_8 = 37.5\%$  Ll + 37.5% PAA + 25% HSM.

Todo el material vegetal, (hojas), fue recolectado en el Parque Universitario y Campo de Introducciones del Decanato de Agronomía de la UCLA. El fojalle fue secado al sol durante 2 a 3 días y homogeneizado en su contenido de humedad en una estufa de aire forzado durante 24h a 60°C, para ser almacenado en saco de polietileno previo a su uso. La paja de arroz, en parvas o rollos (de 140 a 180 kg), fue amonificada usando urea disuelta en agua (2 kg de urea por 100 kg MS de paja), asperjada sobre el material seco a razón de 50 litros de solución por 100 kg de MS de paja. Se almacenaron las parvas en bolsas de polietileno negro durante 14 días de proceso, sin presentar contaminación con hongos o bacterias. Luego la paja fue repicada y almacenada herméticamente en sacos de polietileno para su uso posterior (Yépez, 2003). Los animales fueron alojados en jaulas individuales (0.75m x 1.5m) de ladrillos y hormigón, con piso de malla de acero galvanizada (2.5 x 2.5cm de orificio), donde se encontraba un comedero con capacidad para 15 litros y un bebedero con capacidad para 10 litros de agua. Las heces fueron colectadas diariamente sobre una malla de plástico de 0.5 cm de diámetro, que las separaba de la orina. Las raciones fueron ofrecidas a libertad, diariamente a las 1300 h, determinando el consumo por diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado. Las materias primas, las raciones ofrecidas y las heces fueron analizadas para determinar MS (a 60 y 110°C), cenizas y MO (AOAC, 1984), nitrógeno y proteína cruda (PC) (Bilbao *et al.*, 1999) y los componentes de la pared celular: Fibra insoluble en detergente neutro (FIDN), en detergente ácido (FIDA) por los métodos de VanSoest (1963) y calculando la Hemicelulosa por diferencia entre la FIDN y la FIDA. Los datos obtenidos fueron analizados por su varianza para el modelo propuesto por el paquete estadístico Statistix 1.1 for Windows (1996) y las medias separadas por Tukey o LSD.

## Resultados y Discusión

Las materias primas y raciones evaluadas presentan valores normales para su naturaleza química (Cuadro 1). Am y At resultaron ser las leguminosas con mayor nivel de PC de los follajes evaluados (34 y 35%). Los niveles de FIDA fueron similares para la mayoría de las materias primas evaluadas, excepto para la Ll. Se encontraron valores semejantes de hemicelulosa para los materiales evaluados, donde sólo la At presentó un elevado contenido de la misma.

Las raciones, en general, poseen niveles de PC y FIDN dentro de niveles intermedios para cubrir los requerimientos de animales en crecimiento estabulados para el peso considerado (NRC, 1981). Los niveles de MO se afectaron negativamente por elevados niveles de cenizas (14 a 16%). Los niveles de PC en el follaje de las leguminosas incorporadas en las raciones se encuentran dentro de los límites típicos del bosque muy seco tropical y semiárido, al compararse con los datos de Carranza *et al.* (2003); Ben Salem *et al.* (2002) y Hove *et al.* (2001).

Los animales consumieron entre 92 y 110 g MS/kg de  $PM^{0.75}$  (cálculos a partir de la Cuadro 2), muy por encima

Cuadro 1. Composición química de las materias primas y raciones evaluadas en el experimento

Materias primas raciones experimentales	MS **	PC	FIDN	FIDA	Hemicelulosa ***	Cenizas
<b>Ingredientes</b>						
<i>Acacia macracantha</i> *	88.9	34.3	71.9	56.2	15.8	6.6
<i>Acacia tamarindifolia</i> *	92.5	35.1	73.6	49.0	24.6	5.0
<i>Acacia glomerosa</i> *	93.8	20.0	64.9	51.1	13.9	8.7
<i>Leucaena leucocephala</i> *	92.7	18.0	42.4	28.0	14.4	10.8
PAA	90.5	9.9	64.8	51.7	16.1	15.1
HSM	93.2	13.4	26.9	6.9	20.0	2.6
<b>Tratamientos</b>						
T <sub>1</sub>	92.0	15.1	70.9	44.0	26.9	16.7
T <sub>2</sub>	93.4	19.5	64.1	43.4	20.7	14.2
T <sub>3</sub>	92.1	15.7	71.3	47.5	23.9	16.7
T <sub>4</sub>	92.3	20.1	63.2	43.4	19.9	14.5
T <sub>5</sub>	94.5	12.1	64.0	42.5	23.9	16.8
T <sub>6</sub>	95.0	13.8	64.3	36.2	19.9	16.8
T <sub>7</sub>	94.1	11.7	67.0	41.5	26.9	16.4
T <sub>8</sub>	94.5	13.5	64.5	40.6	20.7	15.7

\*: Hojas secas al sol y uniformizadas a 60°C en estufa de aire forzado. \*\*: MS determinada a partir de 60 y 110 °C. \*\*\*: Hemicelulosa calculada por diferencia entre la FIDN y FIDA.

de valores obtenidos para cabras ofrecidas raciones basadas en pajas de subproductos (arroz, trigo, entre otros) 77g MS/kg PM<sup>0.75</sup>, Sponheimer *et al.*, 2003; Farid *et al.*, 1997), pero similares a los obtenidos por Ben Salem *et al.* (2002), bajo condiciones en que el contenido de fibra de la ración fue más elevado y el de PC similar a los observados en este estudio.

Se logró elevados niveles de digestibilidad aparente de la MS (77 a 83%) con un efecto (P=0.0244) de mayor digestibilidad en los niveles de menor inclusión del follaje de leguminosa. Estos valores son más elevados que los obtenidos por Nantoume *et al.* (2001) de 54% para MS y 56% para MO, al incorporar *A. berlandieri* a razón de 25% de la MS de la ración. Los resultados de la digestibilidad de la FIDN fueron más elevados que los alcanzados por Hove *et al.* (2001) en *A. angustissima* con niveles de inclusión del 8, 16 y 32% en raciones para cabras criollas (40.12, 21.89 y

19.55% de digestibilidad). La digestibilidad de la MO con 32% de inclusión de *Ll* en ese mismo ensayo fue de 59.35%, más baja al obtenido en el presente ensayo. Los niveles superiores de digestibilidad obtenidos en este ensayo para las tres especies del género *Acacia* evaluadas se deben probablemente al bajo nivel de taninos totales presentes en las mismas; también a la ausencia de alcaloides y saponinas y a la neutralización parcial de su efecto por el proceso de secado al sol. Los niveles de fenoles con actividad fitoestrogénica pudiesen ser relativamente altos en la *Am*, como señala Gutiérrez (2003) para plantas que crecen en condiciones del presente estudio y cuya variabilidad depende de la época del año y estado de crecimiento. Varios autores, Silanikove *et al.* (1997), Nantoume *et al.* (2001), Hove *et al.* (2001) y Thadei *et al.* (2001) concluyen que elevadas cantidades de taninos (entre 20 y 40% de la MS), de naturaleza variable (simples, hidrolizables, condensables), afec-

Cuadro 2. Consumo y digestibilidad de las fracciones consideradas en el experimento.

	Consumo de MS, g/día	Digestibilidad Aparente, %				
		MS	MO	FIDN	FIDA	Hemicelulosa
Raciones con Am (T1, T2)	1050.1±57.5 <sup>a</sup>	81.9±0.7 <sup>a</sup>	79.9±1.6 <sup>a</sup>	80.3±1.3 <sup>ab</sup>	72.7±1.5 <sup>ab</sup>	94.35±1.3 <sup>a</sup>
Raciones con At (T3, T4)	836.4±68.3 <sup>b</sup>	76.9±1.7 <sup>b</sup>	74.7±2.2 <sup>ab</sup>	74.6±2.7 <sup>b</sup>	67.8±3.1 <sup>b</sup>	88.5±3.0 <sup>ab</sup>
Raciones con Ag (T5, T6)	979.7±39.4 <sup>ab</sup>	82.7±0.4 <sup>a</sup>	79.8±0.6 <sup>a</sup>	83.2±0.5 <sup>a</sup>	81.8±3.7 <sup>a</sup>	89.7±1.8 <sup>ab</sup>
Raciones con Ll (T7, T8)	881.9±97.7 <sup>b</sup>	80.5±1.9 <sup>ab</sup>	71.4±4.2 <sup>b</sup>	76.8±2.6 <sup>ab</sup>	67.4±4.3 <sup>b</sup>	77.8±8.4 <sup>b</sup>
Probabilidad Factor Leguminosa	0.1011	0.0080	0.0199	0.0130	0.0017	0.0354
18.75 % Leguminosa (T1, T3, T5, T7)	987.4±57.2 <sup>a</sup>	81.9±1.0 <sup>a</sup>	78.4±1.7 <sup>a</sup>	80.8±1.7 <sup>a</sup>	75.7±1.9 <sup>a</sup>	86.0±3.7 <sup>a</sup>
37.5 % Leguminosa (T2, T4, T6, T8)	888.7±40.6 <sup>a</sup>	79.1±1.0 <sup>b</sup>	74.5±1.8 <sup>b</sup>	76.6±1.3 <sup>b</sup>	69.2±2.7 <sup>b</sup>	89.2±2.2 <sup>a</sup>
Probabilidad Factor Nivel de leguminosa en la ración	0.1279	0.0244	0.0766	0.0319	0.0230	0.4320
Probabilidad. Interacción	0.7028	0.1911	0.2215	0.5050	0.1045	0.7629

tan negativamente la digestión (reducción de entre 30 y 50 unidades porcentuales) y consumo de raciones con leguminosas (varias especies de los géneros *Leucaena*, *Acacia*, *Neonotonia*, *Mucuna* y *Desmodium*) destinadas a caprinos.

## Conclusiones

Las raciones incorporando follaje seco de las especies Ag y las de 18.75% de inclusión leguminosa presentaron los mayores niveles de consumo de MS y las digestibilidades más elevadas para todas las fracciones químicas evaluadas, excepto la hemicelulosa. Estos resultados permiten recomendar estas especies para ser evaluadas en raciones para cabras en crecimiento y en otros estados fisiológicos, en el nivel de inclusión indicado, bajo manejo en estabulación total o parcial, sin menospreciar a la *At* que también presentó niveles de consumo y digestibilidades satisfactorios.

## Agradecimiento

Este proyecto fue financiado por el CDCHT (001-AG-2001) de la UCLA (Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado).

## Literatura Citada

- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 1984. Official Methods of Analysis (14<sup>th</sup> edition); Association of Official Agricultural Chemists, Washington DC. 1094p
- Ben Salem H., A. Nefzaoui and L. Ben Salem. 2002. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on grow and digestibility in lambs; *Animal Feed Science and Technology* 96:15-30
- Bilbao B., D. Giraldo and P. Hevia. 1999. Quantitative determination of nitrogen content in plant tissue by colorimetric method; *Commun. Soil Science and Plant Analysis* 30(13-14):1997 - 2005.
- Carranza M., L. Sánchez, Ma. Pineda y R. Cuevas. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la Sierra de Manantlán, México; *Agrociencia Volumen 37, Número 2, Marzo-Abril*. pp:203-210
- Coleman, S., S. Hart and T. Sahl. 2003. Relationships among forage chemistry, rumination and retention time with intake and digestibility of hay by goats. *Small Ruminant Research* 50(1-2):129-140
- Ellis, W., J. Matis, T. Hill and M. Murphy. 1994. Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: Fahey, G.C. (Ed.), *Forage Quality, Evaluation, and Utilization*. American Society of Agronomy, Madison, WI, pp:682-756.
- Farid M., H. Khamis, H. Abou-El-Nasr, M. Ahmed and S. Shawket. 1997. Diet selection and food intake capacity of stall-fed sheep, goats and camels in relation to some physical properties of foods and their potential digestion in the rumen; *CIHEAM - IAMZ Options Méditerranéennes, Zaragoza* 34:109-114
- Gutiérrez, J.. 2003. Determinación cualitativa de metabolitos secundarios y análisis bromatológicos en leguminosas arbóreas autóctonas adaptadas al semiárido; Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Tarabana, Lara, Venezuela. 42p
- Hove L., J. Topps, S. Sibanda and L. Ndlovu. 2001. Nutrient intake and utilization by goats fed leaves of the shrub legumes *Acacia angustissima*, *Calliandra calothyrsus* and *Leucaena leucocephala* as supplements to native pasture hay; *Animal Feed Science and Technology* 91:95-106
- Nantoumé H., T. Forbes, C. Hensarling and S. Sieckenius. 2001. Nutritive value and palatability of guajillo (*Acacia berlandieri*) as component of goat diets; *Small Ruminant Research* 40:139-148
- NRC. 1981. Nutrient Requirements of Goats; National Research Council. National Academic Press. Washington DC. 91p.
- Rincón G., J., G. Nouel B., H. Alvarado y J. Rojas C.. 2004. Identificación de especies indígenas con el potencial forrajero para cabras en el municipio de Torres del estado de Lara. Evento: IV Congreso Nacional de Ovinos y Caprinos, Santa Ana de Coro Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda
- Silanikove N., N. Gilboa, A. Perevolotsky and Z. Nitsan. 1997 Effect of foliage-tannins on feeding activity in goats; *CIHEAM - IAMZ Options Méditerranéennes, Zaragoza* 34:43-46
- Sponheimer M., T. Robinson, B. Roeder, J. Hammer, L. Ayliffe, B. Passey, T. Cerling, D. Dearing and J. Ehleringer. 2003 Technical note: Digestion and passage rates of grass hays by llamas, alpacas, goats, rabbits, and horses; *Small Ruminant Research* 48:149-154
- Statistix 1.1 for Windows. 1996. By Analytical Software.
- Thadei, C., A. Kimambo and D. Mushi. 2001. Relationship between tannins concentration in plant materials and their effects on protein degradation in the rumen. *TSAP Proceedings Vol. 28*, 11p
- Van Soest P.. 1963. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Resid Method for Determination of Fiber and Lignin; *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists* 46(5):829
- Yépez A., E.. 2003. Evaluación del consumo y digestibilidad de *Acacia glomerosa* y *Leucaena leucocephala* mezcladas con paja de arroz amonificada en raciones para cabras en crecimiento. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental «Lisandro Alvarado» Cabudare. 44p